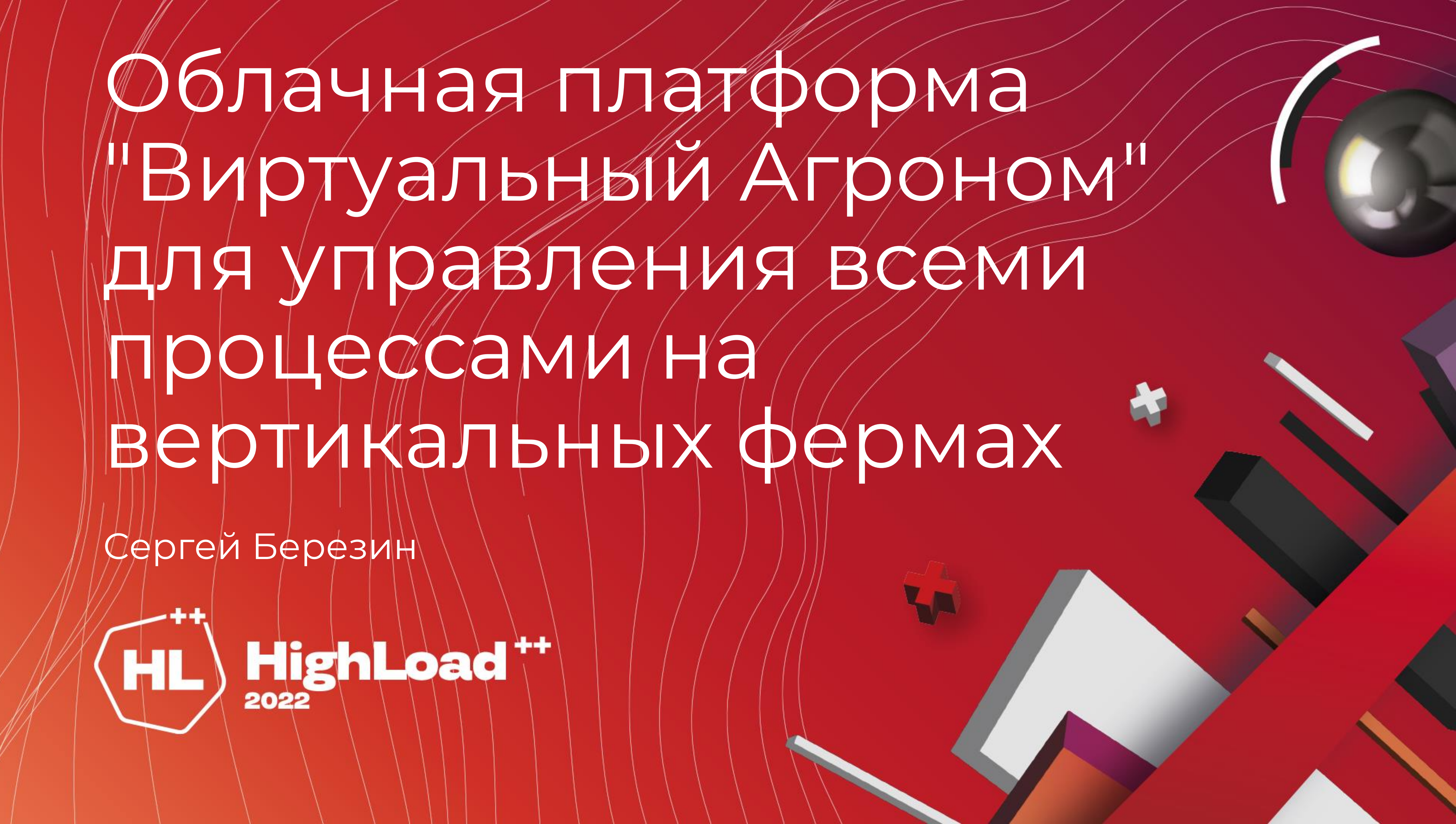
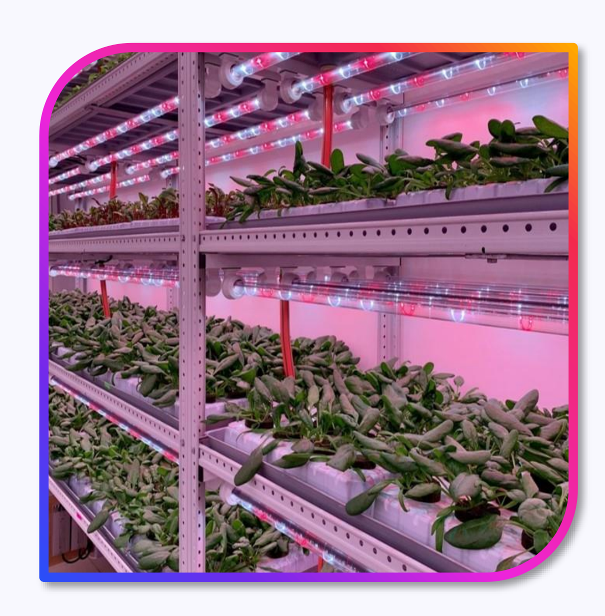


Облачная платформа "Виртуальный Агроном" для управления всеми процессами на вертикальных фермах
Сергей Березин
HL
HighLoad++
2022



Ресторан “Парник”,
Москва



Салатно-зеленные культуры,
Ижевск



Земляника садовая,
Липецк



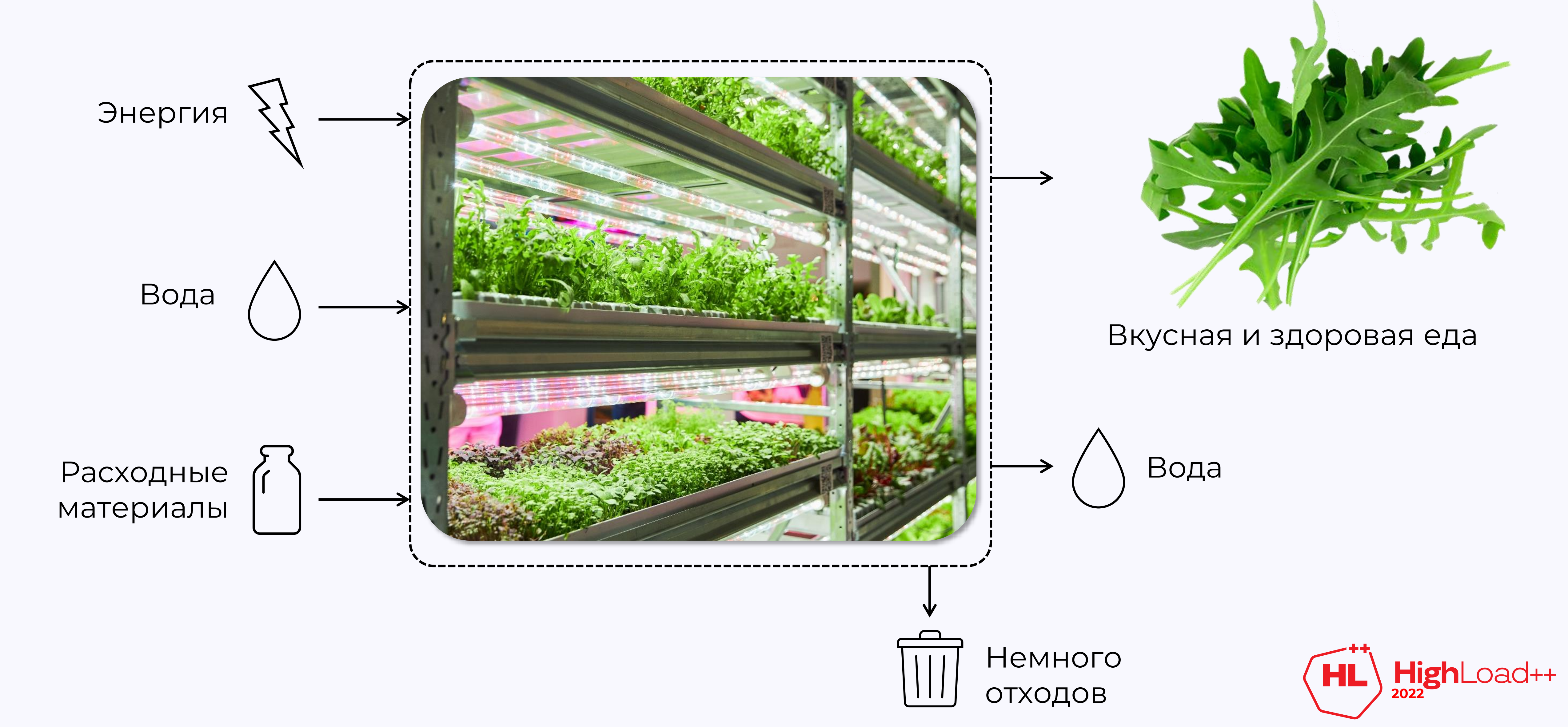
Лаборатория,
Москва



Пряные травы,
Казань



Что такое вертикальная ферма





Свет и климат

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{свет} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{энергия}$$



Питание

Растворный узел..

pH
down
A
B

...готовит питательный раствор...

pH capacity

10
0
-10
-20
0
10
20
30
Injection



... который подают растениям.
Например, пропитывая субстрат





5
Экосистема GROLLI
GROLLI
AQUA
GROLLI
AIR
В сети
Фермы в порядке
ЗАДАЧИ
ПРОБЛЕМЫ
GROLLI
GROLLI
TOMATO SEEDS
GROLLI
NPK 7|3|6

Таков путь!





- ✓ Богатый выбор сервисов
- ✓ Vendor lock
- ✓ Иногда бывает дорого

VS.



Yandex Cloud

- ✓ Стандартые интерфейсы (MongoDB, S3, SQS)
- ✓ Хорошая поддержка
- ✓ Дата-центры в России

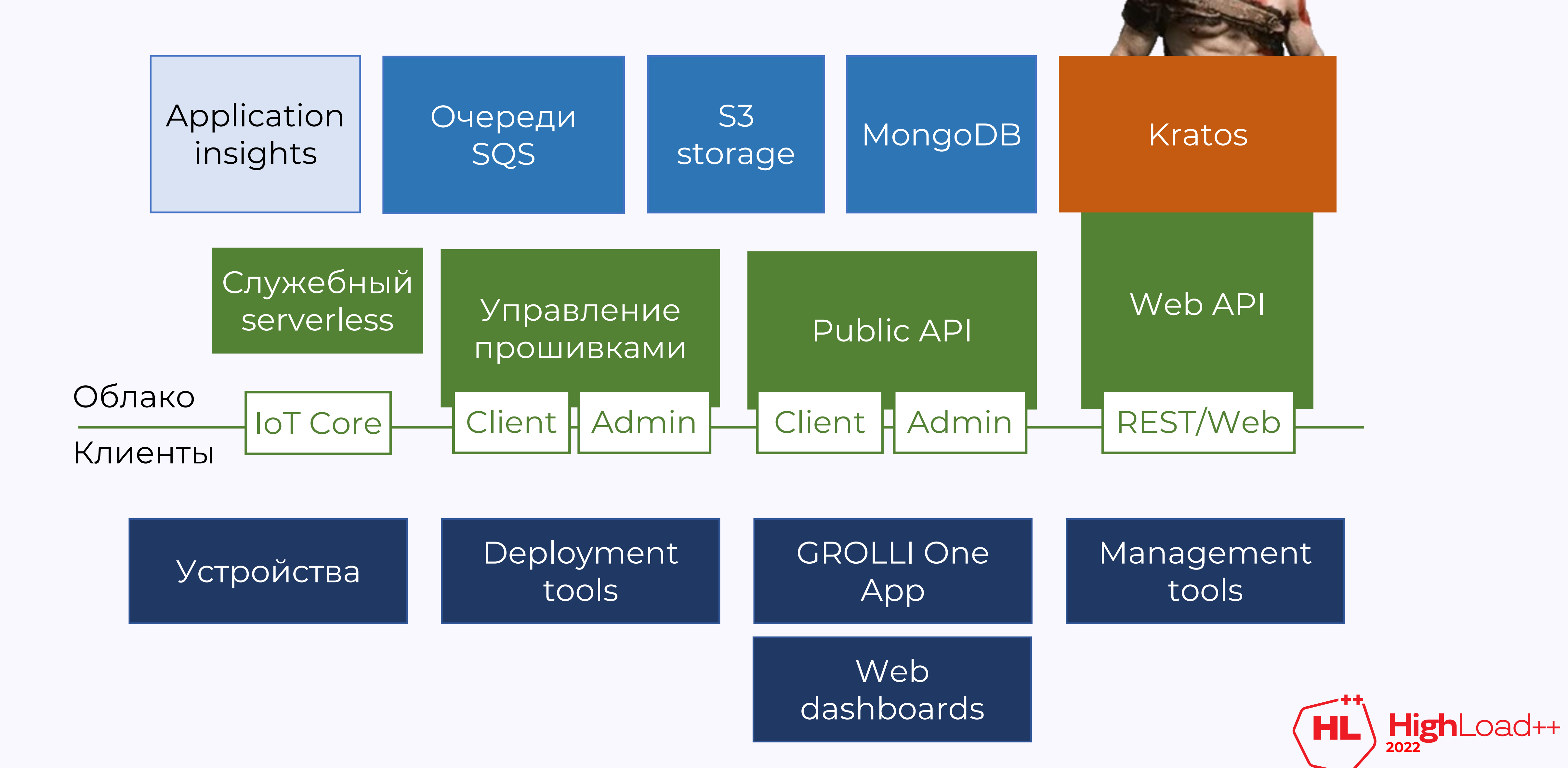
VS.



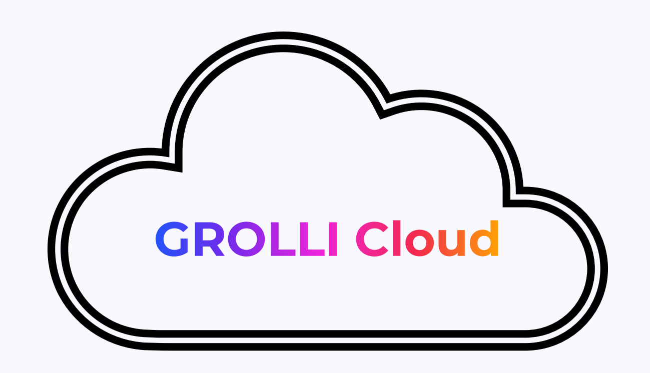
- ✓ Переносимость
- ✓ Производительность?



GROLLI в Яндекс облаке



Наши устройства



- Образ прошивки

- Циклограмма действий
- Обновление прошивки

- Телеметрия и отчёты
- Статус прошивки
- Кадры с камер

HTTPS

MQTT











Устройства малые...



GROLLI Air



ESP32
C++ и Espressif SDK



GROLLI Home

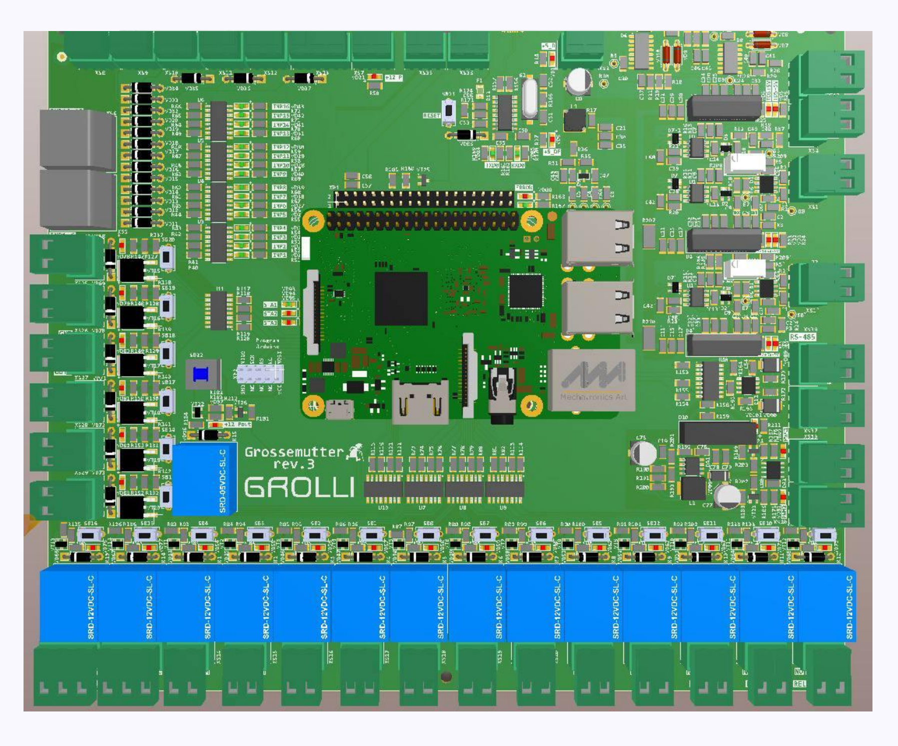


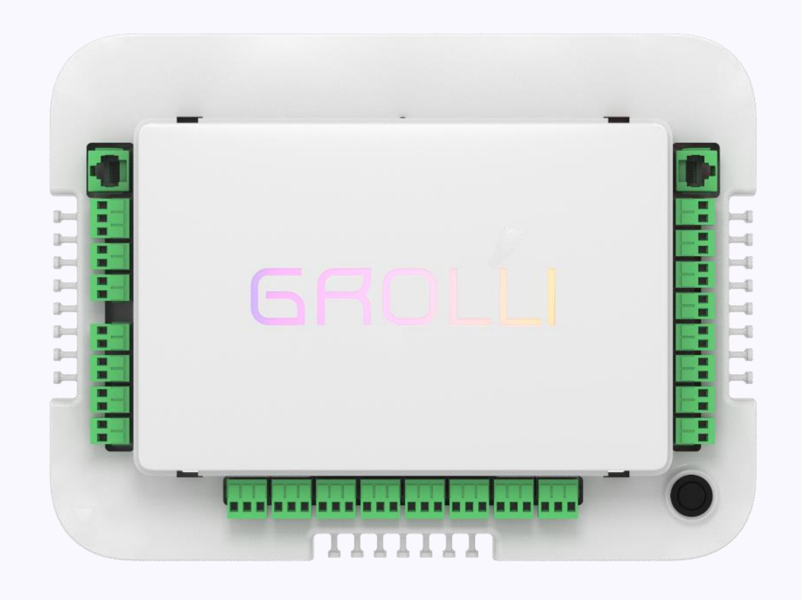
...и большие



Raspberry Pi
C# и .NET Core 3.1

Виртуальный
Агроном





GROLLI Aqua



Цифровые двойники

State &
plans

Issue/Task

*

*

Report

User

*

role

*

Farm

*

Device

*

Telemetry
record



Синхронизация двойников

Azure

API → Update → Twin DB → Trigger → Device twin → Send → GROLLI



Yandex Cloud

API → Update twin → Twin DB

API → Sync request → queue (Retry) ↔ Sync ↔ Twin DB

queue → MQTT topic → Send → GROLLI

Телеметрия

Ночь — День — Ночь

20+ параметров

бинарных

Main tank 100%
Main tank 85%
Main tank 30%
Main tank 5%
TDS up tank 20%
pH down tank 20%
Decreasing humidity
CO2 Injection
B concentrate tank 20%

Числовых

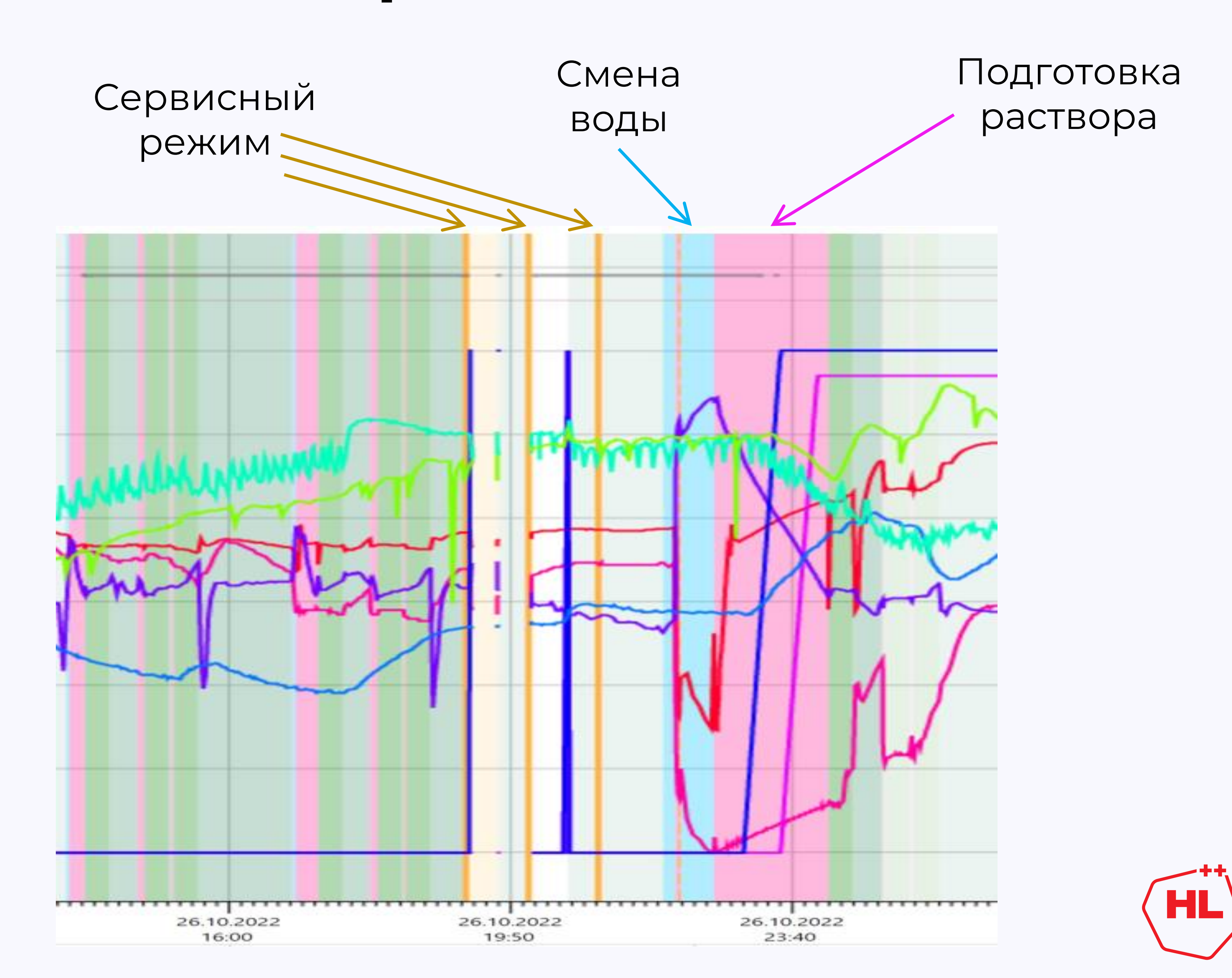
16.11.2022 21:00 | 17.11.2022 0:00 | 17.11.2022 3:00 | 17.11.2022 6:00 | 17.11.2022 9:00 | 17.11.2022 12:00 | 17.11.2022 15:00 | 17.11.2022 18:00 | 17.11.2022 21:00

Период от секунд до минут

Также
- Отчёты об операциях
- Кадры с камер



Что видно в телеметрии



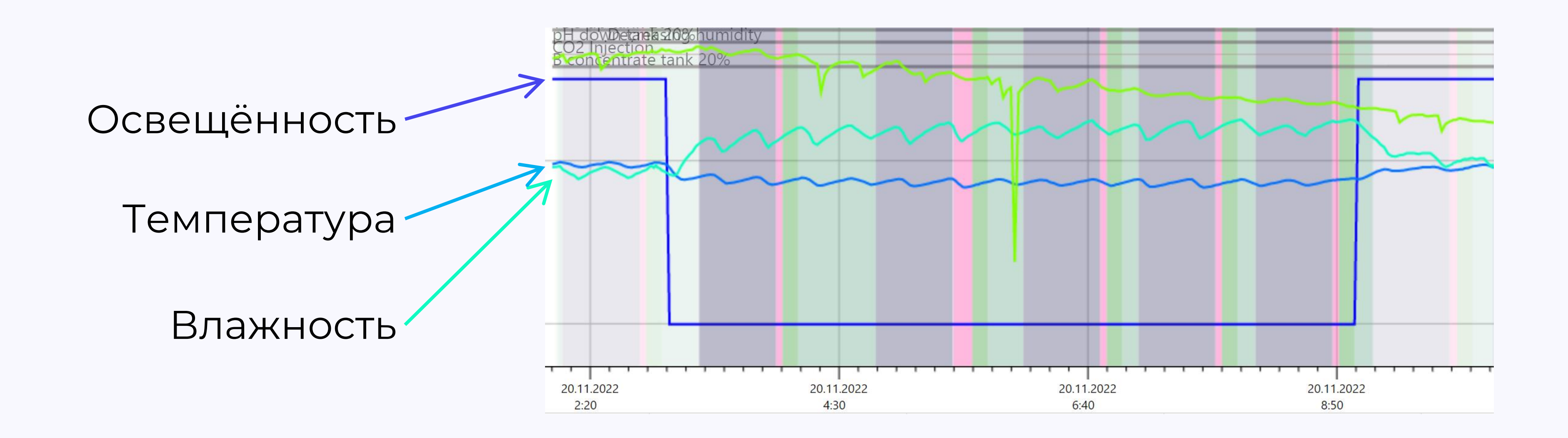
Телеметрия: зачем и где?

Зачем?

- ✓ Машинное обучение
- ✓ Предиктивная аналитика
- ✓ Обучение человеков ☺
- ✓ Техническая поддержка
- ✓ Расследование инцидентов
- ✓ Отладка системы

Где?

- ✓ Azure: table storage
  - ✓ Rowkey – инвертированное время
  - ✓ Partitionkey – устройство
- ✓ Yandex: MongoDB time series
  - ✓ Архивация в Object Storage
  - ✓ ClickHouse?





От завода до огорода

GROLLI	Завод	GROLLI	Устройство
1. Создание цифровых двойников 2. Создание пакета прошивок ✓ общий образ прошивки ✓ индивидуальные реквизиты ✓ логин/пароль ✓ серийный номер	1. Прошивка устройства 2. Шифрование прошивки и данных на устройстве 3. Тест оборудования 4. Тестовый сеанс связи с облаком	1. Сборка новой прошивки 2. Обновление устройств с указанными серийными номерами	1. Получение и применение новой прошивки 2. Отправка отчёта в облако

GROLLI Cloud @ Yandex Cloud

dt.exe --new

.ZIP

massmfg

GROLLI

Azure DevOps CI Build

dt.exe --update

GROLLI

На вертикальных фермах я заработаю больше, чем на русалках?



Финансововое моделирование

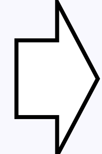
Что выращиваем?

Стоимость ресурсов
(оборудования, электричества, семян…)
и зависимость от сезона, времени дня

Конфигурация фермы
(устройства, стеллажи)

Финансовая модель





Оценка начальной стоимости фермы, баланса во время ее функционирования и срока окупаемости

Построение распределений финансовых показателей на основе метода Монте-Карло



Моделирование ферм: как?

- **Структурная модель фермы**
  - Виды культур с фазами роста
  - Количество стеллажей, высота, плотность посадки
  - Оборудование для питания и климата
- **Динамическая модель фермы**
  - Развитие фермы с учетом случайности процессов
  - Метод Монте-карло
  - Статистики выхода продукции, затраченных ресурсов,
  - План работ
- **Интересные особенности:**
  - В модели работает тот же код, что и в облаке
  - Модель использует данные с ферм
  - Целочисленная оптимизация с применением Z3

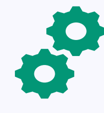


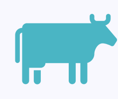
Моделирование ферм: зачем?


Оценка выхода продукции фермы с учетом множества случайных событий в процессе развития фермы.


Оценка количества операций и ресурсов в процессе работы фермы.


Конфигурирование оптимальной фермы для конкретных задач.


Построение финансовой модели фермы и оптимизация баланса.


Возможность оценить влияние изменений структуры фермы или алгоритмов.



Что дальше?

Энтузиасты

За ЗОЖ

Образование

Рестораны и магазины

Производители

Геймификация

Размер фермы





Вопросы? Обсуждения?

Вы уже встречались с вертикальными фермами?

А как вы храните логи и телеметрию? ;)

Сергей Березин
sb@grolli.ru
https://grolli.ru



